

Análisis del comportamiento de la grifería sanitaria frente a la corrosión exterior en ambientes domésticos

Eduardo Maestre García

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITÉCTOS TÉCNICOS DE ALICANTE

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objeto de estudio el análisis del comportamiento de la grifería sanitaria en las condiciones de funcionamiento propias de las instalaciones hidrosanitarias de viviendas y usos similares. Se estudia el fenómeno de su corrosión metálica superficial prematura; las causas y condiciones ambientales que la provocan; se analiza la normativa de homologación obligatoria para estos productos; y se realizan ensayos de laboratorio comparativos entre distintos fabricantes.

A la vista de las conclusiones obtenidas se proponen las actuaciones necesarias para la prevención de este fenómeno de corrosión prematura.

1.- INTRODUCCIÓN

La corrosión metálica constituye una de las lesiones más importantes en las instalaciones hidrosanitarias. De ella se derivan los serios problemas de daños y contaminación por fugas de agua. Este es un fenómeno sobradamente conocido y ampliamente estudiado que con la progresiva implantación de los materiales plásticos está siendo minimizado. Uno de los elementos constituyentes de dichas instalaciones como lo es la grifería sanitaria sufre de igual manera estos problemas de corrosión, sin embargo se han estudiado muy poco las causas de su deterioro exterior así como la idoneidad de sus revestimientos metálicos superficiales. La presencia de picaduras, manchas, pérdida de recubrimiento y otros síntomas de corrosión exterior, provocan una sustitución prematura de la grifería que en múltiples ocasiones se produce a los pocos años de puesta de servicio.

El estudio de la calidad de la grifería así como su comportamiento frente a la corrosión exterior constituye el objeto de este trabajo. Partiendo del estudio de la normativa de homologación¹ exigida a estos productos, se han realizados análisis comparativos entre marcas comerciales de grifería que han permitido determinar el comportamiento de las mismas así como la idoneidad de las especificaciones de dicha normativa de homologación.

2.- ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO

Para realizar este trabajo con el preceptivo rigor científico, se estableció un convenio de colaboración científica con el Instituto Tecnológico Metalmeccánico (AIMME) de Valencia, mediante el cual y a través de la colaboración con su personal técnico y de laboratorio, se estudió la viabilidad del trabajo elaborándose a continuación un plan de trabajo con la finalidad de determinar cuales serían los niveles de exigencia mínima en materia de ensayos, exigibles a la grifería sanitaria.

3.- METODOLOGÍA SEGUIDA

La metodología seguida consistió en el desarrollo de las siguientes etapas del trabajo:

- 1.- Estudio de toda la normativa de ensayo aplicable a la grifería sanitaria con revestimientos metálicos.

¹ UNE-EN 248:2003. Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr.

- 2.- Elaboración de un plan de ensayos que permita determinar si los requerimientos de calidad normativos son adecuados a la realidad actual.
- 3.- Realización de ensayos comparativos para dos modelos de grifería sanitaria ambas debidamente homologadas por la normativa actual.
- 4.- Conclusiones y recomendaciones.

4.- EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LA GRIFERÍA SANITARIA RECUBIERTA DE NI+CR O CU+NI+CR. PLAN DE ENSAYOS

Para la evaluación de estas características funcionales y tras consultar la extensa normativa UNE existente sobre la materia, se ha concluido que el número de ensayos y las determinaciones a realizar son las que se justifican a continuación.

El material base de la grifería puede ser zamack o latón y ocasionalmente puede presentar rótulas, manetas u otros elementos decorativos en plástico ABS con un sistema de recubrimiento de Cu + Ni + Cr.

Para materiales con sustrato o base zamack la subcapa de cobre está constituida por dos etapas: cobre alcalino y cobre ácido.

Para materiales base de latón no es usual una subcapa de cobre, aunque pudiera aplicarse una capa ocasional de cobre ácido de gran capacidad nivelante que se consideraría, a efectos de ensayo, de la misma naturaleza que el sustrato de latón.

En base a las condiciones de servicio (CS) establecidas por las normas UNE EN 12540: 2001 e ISO 1456: 2003, se asigna a la grifería sanitaria un número de CS=2 (severidad propia de interiores con posibilidad de formación de condensaciones). Los espesores establecidos en CS=2 varían en función de la naturaleza del sustrato:

Material soporte de latón	: Cu/Ni10b/Crr o Cu/Ni10s/Crr
Material soporte de zamack	: Zn/Cu8/Ni20b/Crr o Zn/Cu8/Ni20s/Crr
Material soporte plástico	: PL/Cu15a/Ni15b/Crr

Los símbolos utilizados en las designaciones anteriores son:

Cu (como inicio de código): Latón, con no menos del 50% de cobre.
Zn (como inicio de código): Zamack², usualmente clase V.
PL (como inicio de código): Plástico, usualmente ABS.
b: Níquel brillante.
s: Níquel satinado.
r: Cromo decorativo convencional.
a: Cobre ácido.

El plástico ABS no es un material habitual en la grifería sanitaria salvo manetas, rótulas y otros elementos decorativos. Las especificaciones de espesores en la secuencia de recubrimientos sobre ABS proceden de la norma ISO 4525: 2003 y CS=2.

El espesor local mínimo de la capa de acabado final en cromo es de 0,3 μ m en todos los casos.

² Zamak (antecedente anterior en la Calamina). Es una aleación de zinc, aluminio, cobre y magnesio.

El espesor de la subcapa de cobre se refiere a la suma de espesores obtenidos con la secuencia cobre alcalino + cobre ácido. La norma ISO 1456: 2003 establece que en artículos de geometría compleja, puede ser necesario incrementar el espesor de la subcapa de cobre por encima de los 15 μm para asegurar una cubrición adecuada en las zonas de mínima densidad de corriente (rincones e interiores). Las secuencias básicas de ensayo establecidas son:

Determinación del espesor de los diferentes recubrimientos
Comprobación de la adherencia entre el soporte y el sistema de protección
Porosidad / discontinuidades de la capa de cromo
Resistencia a la corrosión acelerada del conjunto

Como ensayo complementario, una vez caracterizado el comportamiento de la grifería, se contempla una opcional evaluación de:

Resistencia a la corrosión en atmósfera artificial a muy baja concentración de gas contaminante

4.1.- ESPESOR DE LOS RECUBRIMIENTOS

Determinación del espesor de la secuencia Ni+Cr o Cu+Ni+Cr mediante espectrometría (fluorescencia) de rayos X, según UNE EN ISO 3497: 2001.

Si existe la constancia de aplicación de subcapas de cobre sobre sustratos de latón, para conferir al conjunto mayor nivelación, la técnica de rayos X no puede discernir entre ellas y considera que la subcapa de cobre forma parte del sustrato a todos los efectos.

Los sistemas constituidos por dobles capas de cobre + níquel superpuestas tampoco son medibles por esta tecnología.

En todos los casos se realizará un barrido de la superficie que permita disponer de un mapa de espesores con el objetivo de:

Verificar si en todos los puntos se cumplen las condiciones establecidas para los espesores locales mínimos.

Facilitar la interpretación de posibles comportamientos inadecuados en los ensayos de resistencia a la corrosión.

4.2.- ADHERENCIA ENTRE SOPORTE Y REVESTIMIENTO

La adherencia entre el soporte y el sistema de protección se evaluará solo para los casos de soporte metálico (latón o zamack). Para el plástico ABS se requiere la realización de ciclos térmicos según ISO 4525: 2003 sin embargo, considerando que sus aplicaciones son puramente cosméticas, no se plantea su determinación al no aportar información relevante.

La adherencia se evalúa por choque térmico en base a UNE EN ISO 2819: 1996 (apdo. 2.12), estableciendo los siguientes ciclos:

Base zamack: $(150 \pm 10)^{\circ}\text{C}$, 15 min., e inmersión en agua a temperatura ambiente.

Base latón: $(250 \pm 10)^{\circ}\text{C}$, 15 min., e inmersión en agua a temperatura ambiente.

La duración del calentamiento puede ser crítica por los riesgos de oxidación superficial y por ello no es aconsejable superar los 15 minutos.

La adherencia deficiente se traduce en la aparición de defectos: exfoliación o ampollas. Su interpretación es delicada y requiere un grado de experiencia importante.

Como orientaciones para su interpretación se debe considerar:

Exfoliación: Causa inequívoca de mala adherencia³.

Ampollas: Posibilidad de que restos de baño galvanizado haya quedado retenido en la porosidad del recubrimiento. Para concluir en tal caso una adherencia imperfecta es necesario que se desprenda el recubrimiento en la vecindad de las ampollas (por ejemplo, realizando cortes del recubrimiento con un cutter en dirección normal a las ampollas).

4.3.- POROSIDAD / DISCONTINUIDADES

El ensayo permite evaluar la distribución de fisuras de la capa de cromo y su incidencia en la resistencia a la corrosión. La norma UNE EN ISO 10308:98 establece dos tipos de ensayos para la evaluación de la porosidad en función del sustrato:

Ensayo al sulfuro de cadmio, específico para sustratos de latón (según UNE EN ISO 4524-3: 1996).

Ensayo de Dupernell al sulfato de cobre, indistinto para sustratos de latón o de zamack (según UNE EN ISO 12540: 2001).

El ensayo al sulfuro de cadmio es un test electrográfico que requiere su realización sobre probetas planas, razón por la que resulta inadecuado ya que una probeta no es representativa de la complejidad superficial de una grifería.

Se aplicaría en todos los casos el ensayo de Dupernell, con observación microscópica bajo aumentos del número de fisuras por unidad de longitud.

4.4.- RESISTENCIA A LA CORROSIÓN ACELERADA

La norma de producto UNE EN ISO 248: 2003 de “Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr” establece una serie de prescripciones particulares para la evaluación de la resistencia a la corrosión de estos productos, tales como:

Ensayo en NSS según ISO 9227: 1990 y evaluación de acuerdo con UNE EN ISO 10289: 2001.

Condiciones particulares de ensayo: Dos períodos de 100 h separados por un período de descanso de 48 h en condiciones de temperatura y humedad de la cámara.

Independencia del ensayo con la naturaleza del sustrato.

Independencia del ensayo con la secuencia de subcapas interpuestas entre el sustrato y el recubrimiento de cromo.

Siempre se ha discutido la idoneidad de las prescripciones establecidas en UNE EN ISO 248: 2003 por su contraposición con UNE EN 12540: 2001 e ISO 1456:2003. Los principales motivos de discrepancia son:

³ Es necesario asegurar que no se hayan formado compuestos intermetálicos fragilizantes en la interfase sustrato/recubrimiento por difusión de este último en aquel por efecto del calentamiento. Si se apreciase indicios, por observación de la zona exfoliada bajo visión aumentada, no se podrá concluir una adherencia incorrecta de modo concluyente.

Inadecuación del ensayo NSS para evaluar el comportamiento de un recubrimiento particularmente pasivo como el Cr.

Incidencia del sustrato y las subcapas en el comportamiento del sistema.

Las normas UNE EN 12540 e ISO 1456 recomiendan el uso de atmósferas más agresivas con el fin de despasivar la capa de Cr y activar el sistema. Este es el caso de los ensayos AASS y CASS, de acuerdo con ISO 9227: 1990 y evaluación mediante UNE EN ISO 10289: 2001. Los períodos de exposición para las CS=2 son:

Substratos de latón: AASS durante 8 h.

Substratos de zamack: AASS durante 48 h o CASS durante 8 h.

Se pretende realizar la terna de ensayos en NSS, AASS y CASS para establecer las diferencias de comportamiento observables y la incidencia que, en su caso pudieran tener el espesor, la adherencia y la porosidad sobre las eventuales diferencias.

En todos los casos, la eliminación de productos de corrosión en las muestras ensayadas, previa a su observación, se realizará según las especificaciones de la norma ISO/DIS 8407: 2005.

4.5.- RESISTENCIA A LA CORROSIÓN EN ATMÓSFERA ARTIFICIAL A MUY BAJA CONCENTRACIÓN DE GAS CONTAMINANTE

Siempre que la cámara climática disponible cumpla con las especificaciones establecidas por el proyecto de norma ISO/FDIS 10062: 2005, se plantea la posibilidad de evaluar la incidencia que sobre la grifería sanitaria puedan manifestar los factores climáticos tales como la humedad relativa en presencia de sulfuro de hidrógeno a muy baja concentración (fracción volúmica $\leq 10^{-6}$).

Con ello se pretende simular el efecto que pudiera provocar la presencia en cañerías y sifones de materia orgánica en proceso de putrefacción.

Las condiciones de ensayo se adaptarán a la concentración de H₂S a fijar. En principio parece que las mejor indicadas son las del Método B o menos severas:

Fracción volúmica de H ₂ S	: $(0,10 \pm 0,02) \times 10^{-6}$
Temperatura	: $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$
Humedad relativa	: $(75 \pm 3) \% \text{RH}$

La eliminación de los productos de corrosión en las muestras ensayadas, previa a su observación, se realizará según las especificaciones de la norma ISO/DIS 8407: 2005. El almacenamiento de las muestras en atmósfera normal durante el post-ensayo se ajustará a lo establecido por las normas ISO 554 e ISO 558.

5.- PLAN DE ENSAYOS PARA LA SECUENCIA BÁSICA

Los ensayos de espesor no son destructivos y permiten la reutilización de las muestras en nuevas evaluaciones. Los ensayos de adherencia, porosidad y resistencia a la corrosión sí son destructivos o, al menos, modifican las propiedades superficiales de las muestras y por ello las muestras evaluadas no son aptas para nuevos ensayos.

En base a estas premisas se requieren 5 modelos de grifería con sustrato latón (Cu) y 5 modelos con sustrato zamack (Zn). Los modelos de cada clase deben pertenecer a un mismo lote de fabricación, de modo que se minimice toda incidencia derivada de diferencias de composición o de condiciones de trabajo de los baños galvanicos.

El plan de ensayos se realizó según el siguiente esquema:

1.- Espesor	Cu (1, 2, 3, 4) + Zn (1, 2, 3, 4, 5)	
2.- Adherencia	Cu (1) + Zn (1)	
3.- Porosidad	Cu (2) + Zn (2)	
4.- Resistencia corrosión	Cu (3, 4, 5) + Zn (3, 4, 5)	
	NSS	Cu (3) + Zn (3)
	AASS	Cu (4) + Zn (4)
	CASS	Cu (5) + Zn (5)

Entre paréntesis número de la muestra analizada de cada grifería (en total 5).

De entre los ensayos a realizar, solo el Ensayo de Niebla Salina Neutra (NSS) es exigido por la actual norma UNE EN 248:2003 de homologación obligatoria para grifería sanitaria. El otro ensayo exigido por dicha norma: ensayo de adherencia del revestimiento por choque térmico contempla unos ciclos y saltos térmicos (100° C) muy inferiores a los contemplados en este plan de ensayos (230° C).

6.- REALIZACIÓN DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE CARACTERIZACIÓN ENTRE DOS MARCAS DE GRIFERÍA

Para poder comprobar la calidad de los recubrimientos de las griferías y así poder evaluar su posible comportamiento en presencia de atmósferas reactivas, procede en este punto, realizar una serie de ensayos comparativos entre distintas marcas de griferías que nos permitan conocer sus diferentes niveles de calidad y con ello realizar las recomendaciones oportunas sobre los requisitos mínimos que han de cumplir.

Dado el elevado coste económico de los ensayos de caracterización a realizar y las limitaciones presupuestarias, se estima que con un análisis comparativo entre dos fabricantes distintos de entre la treintena de los existentes en el mercado nacional sería suficiente. De estos treinta fabricantes la mitad poseen productos con la marca AENOR⁴ por lo que de entre estos quince se selecciona un fabricante nacional y un fabricante extranjero, ambos con griferías homologadas y elegidas entre las más representativas y utilizadas en edificación.

La relación de fabricantes de grifería es la siguiente⁵:

Metalgrup S.A.	Tebar industrial S.A.	Creval S.A.
Bronces Mestre S.A.	Casa Buades S.A.	Supergrif S.L.
MZ del Río S.A.	Presto Ibérica S.A.	Royo Group
Feliu Boet S.A.	Grifería Martí S.A.	Industrias Ramón Soler S.A.
IBP Ibérica S.L.	Cía Roca Radiadores S.A.	Bronces Orus S.L.
Rafael Márquez Moro S.A	Euroalfi S.L.	Grifería Tres S.A.
Saniceramic S.L.	Tebisa la Grifería	Galindo y Muñoz S.L.
Griferías Antonio Borrás S.A.	Bronces Mestre S.A.	Griñana S.A.
Llavisan S.A.	Sobime S.A.	Grohe España S.A.
Grifería Sanitaria Rovira S.A	Griferías Grober S.L.	

⁴ Datos obtenidos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Grifería y Valvulería AGRIVAL.

⁵ En negrita fabricantes con productos homologados.

Las griferías seleccionadas fueron las siguientes:

Grifería Marca GROHE modelo EUROSART CR LVB 33188.

Grifería Marca BUADES modelo MF 2 CR LAV S7D MON 8134691.

Una vez terminada esta etapa de realización de los ensayos de caracterización se obtuvieron los siguientes resultados:

6.1.- DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE RECUBRIMIENTO

Fecha de ensayo: 22/03/2006.

Norma de ensayo: UNE EN ISO 3497: 2001 "Recubrimientos metálicos. Medición del espesor del recubrimiento. Métodos por espectrometría de rayos X.

Equipo de ensayo: Fischerscope XRAY XDAL.

Grifería Marca GROHE modelo EUROSART CR LVB 33188.

Sustrato cuerpo Latón. Recubrimiento cuerpo: Ni+Cr Cu/Ni10b/Crr

Sustrato maneta ABS . Recubrimiento maneta: Ni+Cr PL/Cu15a/Ni15b/Crr

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA GROHE 1				
Muestra 1	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 1	Ni	36.3	19.5	13.8
	Cr	0.40	0.26	0.20
Maneta 1	Ni	29.2	20.6	15.5
	Cr	0.7	0.56	0.40

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA GROHE 2				
Muestra 2	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 2	Ni	13.40	10.40	7.60
	Cr	0.30	0.18	0.10
Maneta 2	Ni	26.60	17.40	10.30
	Cr	0.60	0.44	0.30

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA GROHE 3				
Muestra 3	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 3	Ni	23.90	12.40	8.20
	Cr	0.60	0.24	0.10
Maneta 3	Ni	25.10	19.20	13.90
	Cr	0.60	0.43	0.40

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA GROHE 4				
Muestra 4	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 4	Ni	22.50	11.80	7.50
	Cr	0.50	0.23	0.10
Maneta 4	Ni	26.5	21.40	12.80
	Cr	0.70	0.62	0.50

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA GROHE 5				
Muestra 5	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 5	Ni	33.70	18.10	12.00
	Cr	0.70	0.34	0.20
Maneta 5	Ni	28.60	23.80	11.60
	Cr	0.80	0.72	0.50

El espesor mínimo del Cromo ha de ser de 0.30 μm para cuerpo y maneta.
 El espesor mínimo del Níquel ha de ser de 10 μm para el cuerpo de latón.
 El espesor mínimo del Níquel ha de ser de 15 μm para la maneta de ABS (plástico)

Fecha de ensayo: 26/06/2006
 Norma de ensayo: UNE EN ISO 3497: 2001 "Recubrimientos metálicos. Medición del espesor del recubrimiento. Métodos por espectrometría de rayos X".
 Equipo de ensayo: Fischerscope XRAY XDAL.
 Grifería Marca BUADES modelo MF 2 CR LAV S7D MON 8134691.
 Sustrato cuerpo latón. Recubrimiento cuerpo Ni+Cr. Cu/Ni10b/Crr.
 Sustrato maneta Zamak. Recubrimiento maneta Cu+Ni+Cr. Zn/Cu8/Ni20b/Crr.

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO MUESTRA BUADES 1				
Muestra 1	Capa	Valor máximo μm	Valor medio μm	Valor mínimo μm
Cuerpo 1	Ni	14.60	9.99	8.30
	Cr	0.40	0.29	0.20
Maneta 1	Cu	29.60	22.90	16.0
	Ni	9.10	6.17	3.90
	Cr	0.20	0.11	0.10

El espesor mínimo del Cromo ha de ser de 0.30 μm para cuerpo y maneta.
 El espesor mínimo del Níquel ha de ser de 10 μm para el cuerpo de latón.
 El espesor mínimo del Níquel de la maneta de Zamak ha de ser de 20 μm .
 El espesor mínimo del Cobre de la maneta de Zamak ha de ser de 8 μm .

Todos los recubrimientos de níquel sobre las aleaciones de zinc (zamak) se deben aplicar sobre una subcapa de cobre electrolítico con un baño cianurazo de hasta un espesor de, al menos, 8 μm .⁶

⁶ Norma EN 12540:2001. Protección de los metales contra la corrosión. Recubrimiento electrolíticos de níquel, níquel más cromo, cobre más níquel y cobre más níquel más cromo. Punto 5.2.2.

Conclusiones sobre los resultados de este ensayo

Grifería GROHE. Cuerpo de la grifería

Los resultados obtenidos sobre esta grifería en las 5 muestras ensayadas presentan un incumplimiento del 100% del espesor local mínimo exigido para el recubrimiento de la capa superficial de Cromo por la norma EN 12540:2001 tomada como referencia.

Sobre la capa inferior de Níquel tres muestras no cumplen con el espesor mínimo y dos sí, lo que representa un 60% de incumplimiento.

Grifería GROHE. Maneta de la grifería

El cumplimiento del recubrimiento de Cromo es del 100%.

En la capa inferior de Níquel, 4 muestras no cumplen con el espesor mínimo y solo 1 sí, lo que representa un 80% de incumplimiento.

Grifería Buades. Cuerpo y maneta

En esta grifería se ha obtenido un incumplimiento en todos los espesores medidos de las capas de Níquel y Cromo tanto en el cuerpo de la grifería como en la maneta de Zamak. A la vista de estos resultados se ha optado por no continuar realizando más ensayos.

Entre ambas marcas, la grifería GROHE presenta un mayor cumplimiento de las especificaciones de este ensayo.

Los espesores de las capas de recubrimiento especificados lo son para el número de condición de servicio 2 (atmósfera interior con posibilidad de formación de condensación).

La norma EN 12540:2000 propone las cuatro condiciones de servicio siguientes:

Número de condición de servicio	Severidad de las condiciones de servicio
1	Interior: atmósfera cálida y seca
2	Interior: posibilidad de formación de condensación
3	Exterior: condiciones templadas
4	Exterior: condiciones corrosivas, por ejemplo atmósferas marinas o industriales

Dado que en la práctica totalidad de los cuartos de baño domésticos se producen condensaciones con el uso de la ducha o bañera, sería más adecuado contemplar como más próxima a la realidad de funcionamiento la condición de servicio 3 que exige un mayor espesor de la capa de Níquel y con ello un mayor incumplimiento de dicho requerimiento para la grifería ensayada.

6.2.- ENSAYO DE ADHERENCIA POR CHOQUE TÉRMICO

Ensayo sobre muestra 5 (Cuerpo de grifo GROHE)

Fecha de ensayo: 24/03/06

Norma de ensayo: Punto 2.12 de la Norma UNE EN ISO 2819:80 "Recubrimientos metálicos sobre base metálica. Depósitos electrolíticos y depósitos por vía química. Lista de los diferentes métodos de adherencia".

Temperatura de la estufa: 250°C

Temperatura del agua de inmersión: 15 a 25 °C.

Equipo de ensayo: Estufa modelo P SELECTA MA990121.

Descripción de la muestra: Se somete a ensayo el cuerpo de la muestra 5 (GROHE).

Resultado obtenido:

Al finalizar el ensayo no se observa ampollamiento, escamado o exfoliación entre el recubrimiento y el metal base.

Ensayo sobre muestra 5 (Maneta de grifo GROHE)

Fecha de ensayo: 24/03/06

Norma de ensayo: Anexo A de la Norma ISO 4525:2003 “Metallic coatings. Electroplated coating of níkel plus chromium on plastic materials”.

Condición de servicio aplicada: 3.

Temperatura alta: 80 °C.

Temperatura baja: -30 °C.

Equipo de ensayo: Estufa modelo P SELECTA MA990121.

Cámara climática Heraeus Vötsch.

Descripción de la muestra: Se somete a ensayo la maneta de la muestra 5 (GROHE).

Resultado obtenido:

Al finalizar el ensayo no se observa ampollamiento, escamado o exfoliación entre el recubrimiento y el metal base.

6.3.- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MICRO POROS EN RECUBRIMIENTOS DE CROMO**Ensayo sobre muestra (Grifo y maneta GROHE)**

Fecha de ensayo: 23/03/06.

Norma de ensayo: Maneta: Anexo E de la Norma ISO 4525:2003 “Metallic coatings. Electroplated coating of níkel plus chromium on plastic materials”.

Cuerpo: Anexo E de la Norma UNE EN 12540:2001 “Protección de metales contra la corrosión. Recubrimientos electrolíticos de níquel, níquel más cromo, cobre más níquel y cobre más níquel más cromo”.

Equipo de ensayo: Rectificador de corriente de $((0-10) \pm 0.1)$ A.

Condiciones de ensayo:

Maneta: Intensidad de corriente = 3 A Tiempo de exposición = 1 minuto

Cuerpo: Intensidad de corriente = 6 A Tiempo de exposición = 1 minuto

Equipo de imagen: Lupa NIKON SMZ-2T Análisis de la imagen ANALYSIS

Descripción de las muestras: Se somete a ensayo la maneta y el cuerpo de la muestra 4.

Resultados obtenidos

Maneta: 32900 micro poros/cm.²

Cuerpo: 6200 micro poros/cm.²

Ambos resultados son correctos

6.4.- ENSAYO DE CORROSIÓN EN NIEBLA SALINA NEUTRA (NSS)

Condiciones de ensayo:

Fecha de inicio de ensayo 02/03/06

Norma de ensayo: UNE 112-017:1992 / ISO 9227:1990: “Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina”

Tipo de ensayo: Niebla salina neutra (NSS)

Tipo de pureza de la sal: Calidad analítica, según punto 3.1 de la norma de ensayo

Tipo de pureza del agua: Desionizada, de conductividad $< 20 \text{ } \mu\text{S/cm}$ a $(25 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$.

Equipo de ensayo: Cámara de corrosión acelerada HERAEUS WEISS MODELO SC/KWT 1000

Condiciones de ensayo (según norma):

Temperatura: $(35 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$

Volumen de solución recogida: Diariamente entre 1 y 2 ml/h

pH solución inicial: entre 6.0 y 7.0

pH solución recogida: Diariamente entre 9.5 y 7.2

Densidad solución recogida: (50 ± 10) g/l

Ángulo de inclinación de las muestras: (20 ± 5) °

Descripción de las muestras: Se somete a ensayo la muestra 1, previamente desmontada grifería (GROHE)

Duración de ensayo y criterios de valoración:

Según la Norma UNE EN 248:2003, se somete la muestra a un periodo de exposición de 200 horas con un periodo de descanso de 48 horas tras las primeras 100 horas. Durante el periodo de descanso se mantiene el calentamiento

Tras el ensayo se examinan las muestras según la Norma UNE EN ISO 10289:2001: el área A cubierta por defectos y definida como un porcentaje de la superficie total de la muestra de ensayo, deberá ser inferior o igual al 0.1%. Los defectos no deberán superar una dimensión de 0.3 mm.

Resultados obtenidos:

Muestra 1 (GROHE)

Tras el ensayo no se observan cambios en la superficie significativa de la muestra (maneta, cuerpo y accesorios)

La muestra cumple con las exigencias de resistencia a la corrosión indicadas en la Norma UNE EN 248:2003 (ensayo de niebla salina neutra)

6.5.- ENSAYO DE CORROSIÓN EN NIEBLA SALINA ACÉTICA (AASS)

Condiciones de ensayo:

Fecha de inicio de ensayo 07/03/06

Norma de ensayo: UNE 112-017:1992 / ISO 9227:1990: “Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina”

Tipo de ensayo: Niebla salina acética (AASS)

Tipo de pureza de la sal: Calidad analítica, según punto 3.1 de la norma de ensayo

Tipo de pureza del agua: Desionizada, de conductividad < 20 μ S/cm a (25±2) °C.

Equipo de ensayo: Cámara de corrosión acelerada HERAEUS WEISS MODELO MSN 400

Condiciones de ensayo (según norma):

Temperatura: (35 ± 2) °C

Volumen de solución recogida: Diariamente entre 1 y 2 ml/h

pH solución inicial: entre 3.0 y 3.1

pH solución recogida: Diariamente entre 3.1 y 3.3

Densidad solución recogida: (50 ± 10) g/l

Ángulo de inclinación de las muestras: (20 ± 5) °

Descripción de las muestras: Se somete a ensayo la muestra 3, previamente desmontada grifería (GROHE).

Duración de ensayo y criterios de valoración:

Se somete la muestra a un periodo de exposición de 48 horas (exigencia superior a condición de servicio 2).

Según la Norma UNE EN 12540:2001, la valoración se realiza siguiendo las indicaciones de la Norma UNE EN ISO 10289:2001. El nivel mínimo de aceptación debe ser de 9.

Resultados obtenidos:

Muestra 3 (GROHE)

Tras el ensayo no se observan cambios en la superficie significativa de la muestra (maneta, cuerpo y accesorios)

La muestra cumple con las exigencias de resistencia a la corrosión indicadas en la Norma UNE EN 12540:2001 (ensayo de niebla salina acética).

6.6.- ENSAYO DE CORROSIÓN EN NIEBLA SALINA CUPRO-ACÉTICA (CASS)

Condiciones de ensayo:

Fecha de inicio de ensayo 02/03/06

Norma de ensayo: UNE 112-017:1992 / ISO 9227:1990: “Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina”

Tipo de ensayo: Niebla salina cupro-acética (CASS)

Tipo de pureza de la sal: Calidad analítica, según punto 3.1 de la norma de ensayo

Tipo de pureza del agua: Desionizada, de conductividad $< 20 \text{ } \mu\text{S/cm}$ a $(25 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$.

Equipo de ensayo: Cámara de corrosión acelerada HERAEUS WEISS MODELO MSN 400

Condiciones de ensayo (según norma):

Temperatura: $(50 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$

Volumen de solución recogida: Diariamente entre 1 y 2 ml/h

pH solución inicial: entre 3.0 y 3.1

pH solución recogida: Diariamente entre 3.1 y 3.3

Densidad solución recogida: $(50 \pm 10) \text{ g/l}$

Ángulo de inclinación de las muestras: $(20 \pm 5) \text{ } ^\circ$

Descripción de las muestras: Se somete a ensayo la muestra 2, previamente desmontada grifería (GROHE)

Duración de ensayo y criterios de valoración:

Se somete la muestra a un periodo de exposición de 8 horas (exigencia superior a la condición de servicio 2).

Según la Norma UNE EN 12540:2001, la valoración se realiza siguiendo las indicaciones de la Norma UNE EN ISO 10289:2001. El nivel mínimo de aceptación debe ser 9.

Resultados obtenidos:

Muestra 2 (GROHE)

Tras el ensayo no se observan cambios en la superficie significativa de la muestra (maneta, cuerpo y accesorios)

La muestra cumple con las exigencias de resistencia a la corrosión indicadas en la Norma UNE EN 12540:2001 para el ensayo de niebla salina cupro-acética.

6.7.- ENSAYOS ADICIONALES DE CONTRASTE

Para poder contrastar el comportamiento de las griferías de las dos marcas comerciales, se han realizado el siguiente ensayo adicional:

6.7.1. ENSAYO DE CORROSIÓN EN NIEBLA SALINA CUPRO-ACÉTICA HASTA INICIO DE FALLO

Condiciones de ensayo:

Fecha de inicio de ensayo 19/04/06

Norma de ensayo: UNE 112-017:1992 / ISO 9227:1990: “Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina”

Equipo para las incisiones: Cuchilla Braive Instruments de espesor 1 mm.

Tipo de ensayo: Niebla salina cupro-acética (CASS)

Tipo de pureza de la sal: Calidad analítica, según punto 3.1 de la norma de ensayo

Tipo de pureza del agua: Desionizada, de conductividad $< 20 \text{ } \mu\text{S/cm}$ a $(25 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$.

Equipo de ensayo: Cámara de corrosión acelerada HERAEUS WEISS MODELO MSN 400

Condiciones de ensayo (según norma):

Temperatura: $(50 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$

Volumen de solución recogida: Diariamente entre 1 y 2 ml/h

pH solución inicial: entre 3.0 y 3.1

pH solución recogida: Diariamente entre 3.1 y 3.3

Densidad solución recogida: (50 ± 10) g/l

Ángulo de inclinación de las muestras: $(20 \pm 5)^\circ$

Descripción de las muestras:

Se somete a ensayo un grifo de marca GROHE (Muestra 1) y un grifo de la marca BUADES (Muestra 2), previamente desmontados

Duración de ensayo y criterios de valoración:

Se realiza una comparación del comportamiento de las dos muestras, hasta inicio de fallo.

Resultados obtenidos:

MUESTRA 1: Grifo GROHE

A las 8 horas de exposición no se observan cambios en la muestra.

A las 24 horas de exposición no se observan cambios en la muestra.

A las 72 horas de exposición se observan picaduras en la maneta y en el cuerpo de la muestra, en el resto de partes se observan también productos de corrosión

MUESTRA 2: Grifo BUADES

A las 8 horas de exposición se observan picaduras aisladas en la maneta. El resto de partes permanecen sin cambios.

A las 32 horas de exposición se observa un aumento de las picaduras y productos de corrosión en la maneta. Aparecen picaduras aisladas en el cuerpo. El resto de partes permanecen sin cambios.

A las 72 horas de exposición se observa un ampollamiento generalizado del recubrimiento en la maneta y un ligero aumento de las picaduras existentes en el cuerpo. En el resto se observa inicio de picaduras y productos de corrosión

Conclusiones sobre el ensayo

De los resultados de este ensayo se observa una gran diferencia en el comportamiento de estas dos griferías. La de la marca GROHE ofrece un buen comportamiento tanto a las 8 horas iniciales como a las 32 siguientes apareciendo muestras de corrosión a las 72 horas de exposición a la niebla salina cupro acética.

Por el contrario, la grifería de la marca BUADES presenta ya a las 8 horas de exposición picaduras en la maneta, proceso que aumenta progresivamente en la maneta y cuerpo de la grifería a las 32 horas, para generalizarse con ampollamientos a las 72 horas.

En este ensayo queda patente el diferente nivel de calidad de ambas griferías consecuencia de los diferentes espesores de sus recubrimientos metálicos superficiales. Es de resaltar que ambos modelos y marcas están homologados para su utilización en las instalaciones de fontanería de edificación.

7.- CONCLUSIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS GRIFERÍAS UTILIZADAS EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Tras el intenso análisis al que se ha sometido a las griferías convencionales utilizadas en este tipo de instalaciones se han extraído las siguientes conclusiones:

7.1.- MEDICIÓN DE ESPESORES EN LOS RECUBRIMIENTOS DE NÍQUEL Y CROMO

Los resultados obtenidos sobre la totalidad de las griferías analizadas presenta para una condición de servicio 2 (Severidad Interior: posibilidad de formación de condensación) según la norma UNE-EN 12540:2000; un incumplimiento de los espesores de capa de recubrimiento de:

Cuerpo de los grifos: **Capa inferior de Níquel** **67% de Incumplimiento**
 Capa superior de Cromo **100% de Incumplimiento**

Manetas de los grifos: **Capa inferior de Níquel** **83% de Incumplimiento**
 Capa superior de Cromo **83% de Incumplimiento**

Este grado de incumplimiento es muy elevado especialmente para el recubrimiento de cromo del cuerpo de los grifos que es la capa que los protege de un posterior y progresivo ataque por corrosión. En el caso de las manetas las consecuencias no son tan graves dado que el material de constitución de las mismas es más insensible la corrosión (ABS⁷ y Zamak). No obstante, no deja de ser importante el efecto negativo que se produce en su aspecto exterior.

Por otra parte, también es significativa la gran diferencia de resultados obtenidos entre la grifería de la casa Buades de fabricación nacional y la grifería de la casa Grohe de fabricación alemana. En la determinación de espesores la marca Grohe presenta incumplimientos comprendidos entre el 60% y el 100% para las diferentes capas de cuerpo y maneta, mientras que la marca Buades presenta un incumplimiento del 100%.

7.2.- ENSAYO DE CORROSIÓN EN NIEBLA SALINA CUPRO-ACÉTICA

En el ensayo de corrosión en niebla salina cupro-acética hasta inicio de fallo, la grifería de la marca GROHE ofrece un buen comportamiento tanto a las 8 horas iniciales como a las 32 siguientes apareciendo muestras de corrosión a las 72 horas de exposición.

Por el contrario, la grifería de la marca BUADES presenta ya a las 8 horas de exposición picaduras en la maneta, proceso que aumenta progresivamente en la maneta y cuerpo de la grifería a las 32 horas, para generalizarse con ampollamientos a las 72 horas.

En este ensayo queda patente el diferente nivel de calidad de ambas griferías consecuencia de los diferentes espesores de sus recubrimientos metálicos superficiales. Es de resaltar que ambos modelos y marcas están homologados para su utilización en las instalaciones de fontanería de edificación.

7.3.- ANÁLISIS DE LA ACTUAL NORMATIVA DE HOMOLOGACIÓN UNE-EN 248:2002

De las conclusiones expresadas anteriormente se deduce que las especificaciones actuales exigidas a la grifería sanitaria⁸ con recubrimiento de níquel-cromo en edificación son claramente insuficientes. En dicha norma solo se contemplan dos ensayos, el de resistencia a la corrosión mediante ensayo con niebla salina neutra y el ensayo de adherencia del revestimiento mediante choque térmico. Dichos ensayos son superados por la práctica totalidad de las griferías. Sin embargo se presentan en ellas problemas de corrosión a los pocos años de su puesta en servicio. Se hace por tanto necesaria una revisión de esta normativa de aplicación para mejorar dicho comportamiento y con ello corregir su elevado grado de corrosión superficial.

⁷ ABS iniciales de Acrylonitrile, Butadiene, Styrene.

⁸ NORMA UNE-EN 248:2002. Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr. (Norma de producto).

7.4.- PROPUESTA DE NORMATIVA DE HOMOLOGACIÓN PARA GRIFERÍAS Y ACCESORIOS

Como punto de partida para poder realizar una propuesta de normativa coherente se hace necesario definir una serie de requisitos previos y ensayos consistentes en:

7.4.1. SUPERFICIES EXPUESTAS VISIBLES EN CONDICIONES DE USO

Se propone mantener el mismo requerimiento que sobre este punto contempla la norma de homologación UNE EN 248:2002 APARTADO 4 sobre los defectos superficiales de la grifería en condiciones de uso.

7.4.2.-ESTABLECIMIENTO DE LA CATEGORÍA DE CORROSIVIDAD DE LA ATMÓSFERA DE INTERIOR

La actual norma de homologación de grifería sanitaria no especifica ningún tipo de ambiente interior propio de las instalaciones hidrosanitarias de edificación. El único requisito que establece es la realización del ensayo de resistencia a la corrosión con niebla salina neutra. Por esta razón, procede establecer las diferentes categorías de corrosividad más próximas a la realidad de las instalaciones hidrosanitarias de edificación. Para ello, se propone como más adecuada la de la tabla D3 del Anexo D del **Proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 11844 .Corrosion of metals and alloys. Classification of low corrosivity of indoor atmospheres. Part 1: Determination and estimation of indoor corrosivity;** más rigurosa y completa que la que propone la norma **UNE-EN 12540:2000 Protección de metales contra la corrosión. Recubrimientos electrolíticos de níquel, níquel más cromo, cobre más níquel y cobre más níquel más cromo.** (Condiciones de servicio).

De entre estas diferentes categorías de corrosividad en ambientes interiores se selecciona como más próxima a los ambientes de cuartos de baño con variación en la humedad relativa y posible presencia de H₂S la categoría de **corrosividad interior muy fuerte tipo IC₅** de dicha norma.

Esta categoría justifica el incremento del número y espesores de capa de recubrimiento superficial propuestos en el punto siguiente.

7.4.3.- PROPUESTA DE ESPESORES MÍNIMOS DE RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

Para mejorar la calidad del revestimiento superficial y con ello adecuar la grifería a sus condiciones ambientales de uso, se aconseja incrementar el número de capas de recubrimiento a las siguientes:

Colocar una primera capa de Níquel semibrillante (**Ni s**) de mínimo 16 micras

Colocar una segunda capa de Níquel brillante (**Ni b**) de mínimo 8 micras

Colocar una tercera capa de Cromo microfisurado (**Cr mc**) de 0,3 micras

Se sustituye el cromo normal (**Crr**) por el microfisurado (**Cr mc**)⁹ para mejorar la protección, manteniendo el mismo espesor mínimo de 0,3 micras

Los diferentes espesores de las capas de Níquel para los diferentes soportes se justifican por la diferente nobleza y comportamiento frente a la corrosión de los mismos. Se ha de seguir el mismo criterio que aplica la norma Norma UNE EN 12540:2000. Protección de metales contra la corrosión. Recubrimientos electrolíticos de níquel, níquel más cromo, cobre más níquel y cobre más níquel más cromo, tablas A1, A2 y A3.

⁹ Oleaga, E. y Jones, A. *Corrosión de electrodepositos de cromo duro en Pinturas y acabados industriales. Volumen 47. Numero 301. Año 2005. p. 6-13.*

Estos espesores y combinaciones se proponen como nivel mínimo de calidad a cumplir por la grifería y accesorios de utilización en las instalaciones hidrosanitarias de edificación. Posteriores trabajos de investigación permitirían establecer una relación directa entre las diferentes combinaciones de espesores de capa y su número, con las diferentes categorías de corrosividad establecidas en el punto 1.

De igual modo se puede plantear incluir nuevos tipos de recubrimientos superficiales como los obtenidos por técnicas de Deposición Física en Fase de Vapor (PVD) con Nitruro de Cromo (CrN) o Nitruro de Titanio (TiN). Su aspecto metálico, su elevada dureza y su buen comportamiento al desgaste así lo hacen suponer. No obstante, la consecución de los acabados que se obtienen con los recubrimientos convencionales de cromo, la facilidad de deposición y los espesores que se consiguen requieren de procesos PVD muy largos y equipos muy costosos.

BIBLIOGRAFÍA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS. CENIM. Tentativa de especificación CENIM para recubrimientos electrolíticos de Níquel y Cromo. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Colección Manuales y Especificaciones. Madrid. 11 p

CENTRO DE TECNOLOGÍAS ELECTROQUÍMICAS. SAN SEBASTIÁN CITEDEC. Corrosión atmosférica del níquel. Publicación número 2. Marzo 2004

DAMBORENEA GONZALEZ, J. J; CONDE A; y NAVAS C. Resistencia a la corrosión y desgaste de recubrimientos de TiN obtenidos por PVD, en Revista de Metalurgia Volumen o Numero o Año 2005. pag. 457-462

FELIU, S. Y ANDRADE, M.C. Corrosión y protección metálica. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) CSIC. Madrid. 1996

MORCILLO, M Y FELIU, S. Corrosión y protección de los metales en la atmósfera. Bellaterra S.A. Barcelona 1982

MORCILLO, M. CHICO, B. DE LA FUENTE, D. Corrosión atmosférica de metales en condiciones climáticas extremas. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) CSIC. Madrid. 2000. p.329-332

OLEAGA, E. y JONES, A. Corrosión de electrodepositos de cromo duro, en Pinturas y acabados industriales. Volumen 47. Numero 301. Año 2005. p. 6-13

UHLIG, H. Corrosión y control de corrosión. Ed. Urmo. Bilbao 1979